MANFREDI ALBANESE

Professore Ordinario di Materia Medica nella R. Università di Pavia

I Fenomeni e le Origini della Vita secondo le recenti ricerche

DISCORSO

per l' Inaugurazione dell' Anno Accademico 1907-1908

PAVIA

PREM. STAB. TIP. SUCCESSORI BIZZONI

1908

MANFREDI ALBANESE

Professore Ordinario di Materia Medica nella R. Università di Pavia

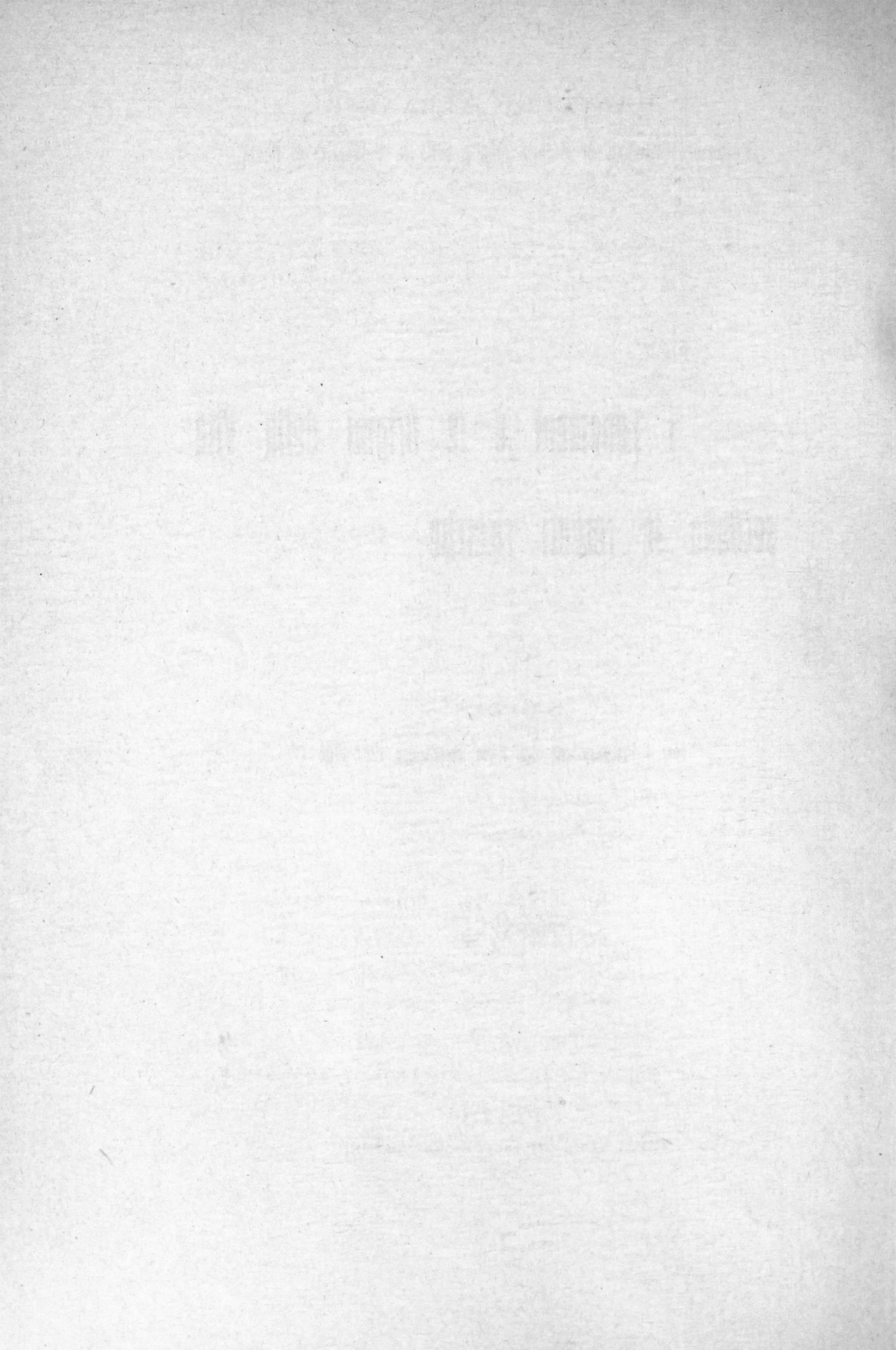
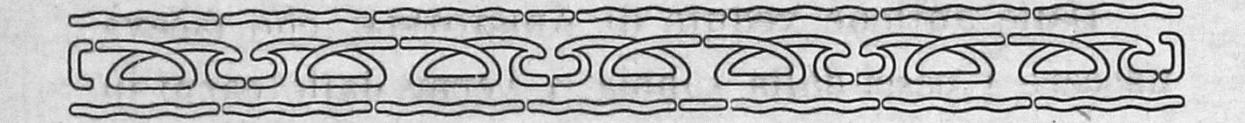
I Fenomeni e le Origini della Vita secondo le recenti ricerche

DISCORSO

per l' Inaugurazione dell' Anno Accademico 1907-1908

PAVIA

PREM. STAB. TIP. SUCCESSORI BIZZONI

1908

Da tempo immemorabile, filosofi, naturalisti e biologi, nel rappresentarsi, prescindendo da ogni intervento soprannaturale, le origini prime della vita, sono stati indotti ad ammettere la possibilità di una generazione spontanea. E difatti, per quanto le varie scuole, che volta a volta hanno prevalso succedendosi fino ai nostri giorni, abbiano posto e considerato il problema in forma e sotto aspetti diversi, tutte in fondo hanno dovuto convenire in un concetto comune, accettando come premessa indispensabile la possibilità che i primi abitanti della terra si siano un giorno originati spontaneamente, a spese della materia inanimata, inorganica. Da ciò a credere che, in condizioni più o meno facili a riprodurre, questo miracolo potesse rinnovel-

larsi quotidianamente, ad *libitum*, il passo era breve, e fu varcato.

Dalle antiche vedute di ARISTOTELE, che faceva nascere i pesci dalla sabbia, i vermi dalle carni in corruzione, i bruchi dalle foglie e le pulci dalle immondezze, l'idea di una « *prolem sine matre creatam* », cioè della possibile autogenerazione di forme viventi, più o meno complesse, dalla materia inanimata, organica o inorganica, organizzata (*eterogenia*) o no, si riaffaccia ad ogni tratto attraverso ai secoli.

Nulla è più interessante quanto il seguire lo svolgersi delle idee sulla generazione spontanea da allora ai nostri giorni, e il loro progressivo adattamento al continuo perfezionarsi dei mezzi di indagine e delle cognizioni intorno alle manifestazioni della natura. Per brevità e per non esorbitare dall'argomento che mi sono proposto di svolgere, basterà, a dare un'idea delle stranezze cui può condurre la voluta realizzazione di criterii aprioristici affatto empirici, il ricordare come le ipotesi e le teorie più assurde e stravaganti sulla generazione spontanea, non solo avessero corso riconosciuto ai tempi di ARISTOTELE e per tutto il medio-evo, ma, fino a meno di un secolo addietro, fossero accettate ad occhi chiusi anche da valentissimi osservatori, che in altri campi avevano portato alla scienza preziosi contributi.

La credenza, per esempio, che, racchiudendo in

un vaso una camicia sporca insieme ad alcuni chicchi di grano, le emanazioni di questi, fecondate dal fermento svoltosi dalla camicia, potessero dar luogo ad una generazione di topolini vivi, normalmente conformati e capaci di riprodursi ulteriormente per la via ordinaria, era sostenuta dal VAN HELMONT con tutta serietà, ed accolta, presumibilmente con altrettanta, da quasi tutto il mondo scientifico del XVII secolo.

Nè tal genere di grossolani errori di osservazioni e tali fantastiche interpretazioni dei fenomeni biologici si riscontrano soltanto finchè gli imperfetti mezzi di indagine impedivano di rendersi esatto conto delle manifestazioni della natura; chè li vediamo persistere, se pure alquanto modificati, attenuati, ancora lungo tempo dopo la scoperta del microscopio. Si può anzi affermare che questo prezioso ausiliario della ricerca scientifica, se da un lato contribuì potentemente a sfatare i criterî, ben presto riconosciuti falsi da tutti, che conducevano alla conclusione ridicola della possibile fabbricazione artificiale di forme viventi perfette, fino a quella del famoso Homunculus, dall'altro, aprendo, con la rivelazione di tutto un mondo di esseri fino allora ignorato, nuovi orizzonti agli osservatori e dando alla questione un aspetto in apparenza più rigorosamente scientifico, provocò una vera rifioritura di pretese prove sperimentali in favore della generazione spontanea, non più di

esseri macroscopicamente visibili e altamente organizzati, ma di quegli organismi elementari, fino allora ignoti, percepibili solo microscopicamente.

Le famose Anguillulæ del NEEDHAM (metà del secolo XVIII), originatesi dalla farina di segale e tanto sarcasticamente volte in ridicolo dal grande VOLTAIRE, i vermi, che circa un secolo prima il padre KIRCHER aveva visto nascere dalla carne polverizzata di serpenti e tramutarsi alla loro volta in rettili perfetti, cedono il passo, dopo che il microscopio divenne strumento di uso comune fra i naturalisti, agli infusori, generatisi dall'acqua pel potere fecondante della rugiada (GLEICHEN 1799), alle Daphniæ, gradatamente sviluppatesi dalla polvere di corallo inumidita con acqua distillata (WIEGMANN), ai protisti, e persino ai bruchi e alle lumache, che, fin nel 1817, il FRAY pretendeva potessero nascere dall' acqua pura per influenza dell'azoto e dell'idrogeno. Anche gli entozoari parassiti intestinali, ancora ai principii del XIX secolo, si credevano, come gli infusori, generati spontaneamente, in situ, dal materiale alimentare, per influenza dell'aria e dell'acqua, grazie ad un indebolimento dell'attività vitale dell'intestino (BURDACH 1837).

Nè è da credere che queste idee, oggi riconosciute false anche dai profani, avessero credito soltanto presso gli ignoranti o i mediocri; chè, fino a pochi decennii or sono, le vediamo regnare quasi indiscusse anche presso i più illustri scienziati.

Lo stesso TREVIRANUS, a giusto titolo benemerito per altre ricerche importantissime e il cui nome è gloriosamente legato alla storia della teoria cellulare, annetteva egli pure capitale importanza, nella generazione delle forme viventi più basse, al potere fecondante di sostanze inorganiche, quali il cloruro sodico e il nitrato potassico ([1]).

Non molto prima di lui anche il BUFFON (fine del 1700), così popolarmente noto come rinnovatore della zoologia, e che, pur rispettando e accreditando non pochi pregiudizii, ha tanto contribuito ad avviare lo studio della fauna terrestre su di un cammino più rigorosamente scientifico, credeva all'esistenza, nelle materie in decomposizione, di piccole molecole organiche allo stato libero, le quali, organizzandosi in tenui corpicciuoli, finiscono per dar luogo, attraverso ad una serie di continue trasformazioni, a vere forme viventi: infusori, funghi e persino vermi.

La diffusione e la saldezza di siffatte credenze, appoggiate sulla tradizione secolare, erano tali, che queste non poterono esser debellate se non molto più tardi quando la comune cultura raggiunse un livello assai più elevato.

Difatti, già assai prima delle scoperte del PASTEUR, tanto antecedentemente al microscopio quanto so-

([1]) Interessante e significativo riesce il confronto di queste idee con le altre, recentissime, sull'influenza partenogenetica delle soluzioni saline e di quelle elettrolitiche in generale. (V. più oltre).

pratutto dopo, allorchè lo studio della biologia, liberato dalle pastoie dell'empirismo e del sistematismo, si elevò, grazie al metodo critico-sperimentale, a maggiore dignità, non erano mancati, da parte degli ingegni più eletti e sagaci, gli sforzi intesi a porre argine al dilagare delle false credenze. Questi però non rappresentavano che tentativi isolati, quasi privi di effetto, di fronte al cumulo di ipotesi e di teorie fantastiche inalzato dall'ignoranza umana; e la generazione spontanea continuava ad essere considerata, dalla maggior parte dei naturalisti, alla stregua di un vero assioma scientifico.

Già fin dal XVII secolo il nostro Redi, estendendo il postulato « omne vivum ex ovo », poco prima applicato dall' Harvey ai soli vertebrati superiori, aveva dimostrato sperimentalmente che i vermi, nelle carni corrotte, nascono essi pure da uova depostevi dalle mosche e non per un processo di eterogenia; sostenendo così idee in aperto contrasto con quelle generalmente dominanti. Queste ultime poi, un secolo circa più tardi, subivano, per opera di un altro grande Italiano il cui nome ricorre quasi costantemente a proposito delle maggiori conquiste del pensiero umano sui misteri della vita, Lazzaro Spallanzani, un colpo che in tempi più evoluti sarebbe senza dubbio riuscito fatale. Lo Spallanzani infatti, al quale gli stessi tedeschi, abitualmente non troppo teneri per le glorie straniere, incominciano

finalmente a rendere la dovuta giustizia, con una serie di esperimenti altrettanto dimostrativi che semplici e che in complesso ben poco differiscono da quelli in base a cui il PASTEUR, alla distanza di un altro secolo, doveva rivoluzionare l'intera biologia, provò, in confutazione del NEEDHAM, come gli organismi, che si formano in apparenza spontaneamente e pullulano in breve nelle sostanze organiche in decomposizione, vi pervengano tutti dall'esterno allo stato di uova o germi, e come col mantenere il materiale di esperienza perfettamente al riparo da questi ultimi, impedendone ogni inquinamento dall' ambiente, vi si renda impossibile lo sviluppo di qualsiasi forma vivente.

Se d' altronde la figura dello SPALLANZANI, in questa come del resto in molte e molte altre non meno importanti questioni di biologia, spicca come quella di un vero divinatore, meglio che semplice precursore, di idee e di tempi più progrediti, col volgere del tempo gli oppugnatori delle teorie predominanti sulla generazione spontanea si vanno facendo sempre più numerosi; fra essi primeggiano i nomi dell' EHRENBERGER, del MÜLLER (1833), del SIEBOLD, del LEUCKHARDT, del KÜCHENMEISTER, del VAN BENEDEN, dello SCHWANN (1837), del CAGNIARD-LATOUR (1828), dello SCHULTZE (1835-37), del MILNE-EDWARDS (1839), dello stesso DARWIN, ecc.

Ciononondimeno, malgrado l'alta e meritata fama di questi biologi, fino a tutta la prima metà del XIX secolo si persisteva dai più ad ammettere la

possibilità di produrre artificialmente, partendo dalla materia inanimata, per lo meno gli organismi microscopici più semplici, i così detti infusori.

Solo fra il 1860 e il 1865, grazie al progressivo diffondersi della cultura generale, il PASTEUR riusciva, con le sue memorabili esperienze, a portare alla generazione spontanea il colpo di grazia, colla dimostrazione definitiva, irrefutabile, che alla produzione di esseri viventi, per quanto piccoli, elementari, è sempre indispensabile la presenza di germi vitali, e che l' insufficienza delle precauzioni prese, per evitare la caduta nel materiale di esperienza dei germi in parola, costituiva la causa fondamentale di errore, da cui fino allora era stata tratta in inganno la grande maggioranza degli osservatori.

Le stesse vedute del PASTEUR però, per quanto destinate a ripercuotersi in misura tanto considerevole sulla vita scientifica e pratica dei nostri giorni, non furono lì per lì accettate da tutti senza resistenza; chè, ancora per parecchi anni, alcuni biologi, per vero in numero sempre più sparuto, persistettero a contestarle in base a pretesi dati sperimentali, e, senza per lo più tener sufficiente conto di uno dei più importanti rilievi del PASTEUR, che cioè neppure l' ebollizione prolungata basta sempre ad uccidere tutti i germi (di cui taluni resistono fino a temperature di 120°), affermarono di aver veduto svilupparsi esseri viventi da materiale inanimato, preteso sterile. È tuttora fresco,

oltre a quello del LIEBIG, il cui nome, immortale nella storia della chimica organica, primeggia fra i più accaniti avversarii delle teorie pasteuriane, il ricordo delle lotte sostenute in tal senso da JOLY e MUSSET (1872), dallo SCHAFFHAUSEN (1863), dal POUCHET (1864), dall'ONIMUS (1867), dal LEGROS (1872), dall'HUIZINGA (1874), dal BASTIAN (1871-1876), dal nostro GARAVAGLIA e da altri, e sopratutto dei tentativi ancor più recenti del BÈCHAMP e del ROBIN (1881-1884), con la sua teoria del blastema, in difesa della generazione spontanea artificiale, in un'epoca in cui le idee del PASTEUR erano già state universalmente accettate e confermate anche dalle innumerevoli applicazioni pratiche industriali.

Tale riluttanza ad abbandonare una concezione che tutto dimostrava infondata non deve stupire quanto si rifletta che l'accettazione del concetto di una generazione spontanea, sfrondato dalle inverosomiglianze e dalle stranezze addensatevi intorno in epoche meno evolute, costituisce in fondo pel naturalista una imprescindibile necessità, rappresentando quella il primo anello, tuttora mancante, a complemento della concatenazione logica nella storia degli abitanti della terra, dalla formazione del pianeta alla apparizione iniziale delle prime forme viventi e al loro successivo differenziamento.

Difatti, se da un lato gli uni si sono esauriti in vani sforzi per dimostrare possibile la riproduzione di esseri viventi, più o meno complessi, dalla

materia inanimata, mentre gli altri invece hanno finito per dimostrare vittoriosamente l' inanità assoluta di ogni tentativo inteso a ottenere, coi mezzi di forza e di tempo di cui dispone il biologo, una vera generazione spontanea, nel senso in cui fu intesa fino alla metà del secolo XIX, tutti i naturalisti indistintamente sono obbligati a convenire che, in epoche e in condizione opportune, il fenomeno di una generazione spontanea originaria, primordiale (Urzeugung), singola o multipla, sia realmente avvenuto.

Per tutti coloro che non si appagano di un puro e semplice atto di fede (che sposterebbe la questione portandola in tutt' altro campo) nell' intervento di un potere soprannaturale divino, più o meno personificato, conformemente alle tradizioni della Bibbia o di altri codici religiosi, l'apparizione, sulla corteccia terrestre raffredata e solidificata, delle prime forme monocellulari elementari, generatrici di quelle più complesse dei vegetali e degli animali superiori, non può essere interpretata altrimenti se non con l'ammettere che, quando e ove che sia, in un periodo di tempo indeterminato, sia stata possibile una vera e propria formazione di esseri organizzati e viventi a spese della materia inorganica. Infatti anche l' ipotesi soventi volte formulata e sostenuta dal THOMSON e dall' HELMHOLTZ, che le prime forme viventi terrestri si siano originate da germi vitali prove-

nienti da altri corpi celesti nell'interno di meteoriti, ove la temperatura, nonostante il riscaldamento della superficie per l'attrito con l'atmosfera terrestre, è sufficientemente bassa da permettere la conservazione della vita, non fa che girare la difficoltà, spostando di sede, senza però risolverlo, il problema, trasportandolo cioè dalla superficie della terra a quella di altri mondi [1].

Epperò, in altri termini, nel ripercorrere oggi la storia del lungo conflitto intorno alla generazione spontanea, è facile rendersi conto come il punto controverso, il nocciolo della questione, più che nell'ammettere o meno il fenomeno per sè stesso, consistesse in fondo nel riconoscere o no la possibilità di provocarlo artificialmente, ad libitum, coi mezzi e nelle condizioni sperimentali disponibili e riproducibili.

Comunque, nonostante le singole voci, sempre d'altronde più deboli, persistenti a difendere una causa finalmente abbandonata da tutti, non solo col Pasteur ebbe definitivamente termine la secolare contesa sulla effettuabilità di una generazione spontanea; ma, essendo tutti gli entusiasmi intenti all'opera feconda del grande innovatore, si delineò

(1) L'unico vantaggio di questa ipotesi consiterebbe nel permettere la supposizione dell'esistenza ab eterno di forme viventi, trasmesse successivamente da un corpo celeste all'altro; cioè da quelli giá da tempo raffreddati, ove la vita ha avuto campo di svolgersi, a quelli il cui raffredamento è relativamente recente.

un tale fervido movimento nel senso delle vedute pasteuriane, che, come suole accadere in simili casi, ogni altra questione, ogni altro criterio, cedettero il passo al nuovo orientamento scientifico-sperimentale. Nè in verità questa temporanea unilateralità di indirizzo e di metodi è soverchiamente da deplorare; giacchè i pochi anni, dedicati dalla maggior parte dei biologi a camminare quasi esclusivamente sulle tracce del Pasteur, sono stati compensati ad usura dai progressi giganteschi, con ciò conseguiti pressochè in ogni ramo delle scienze biologiche e nelle loro applicazioni pratiche industriali.

Per alcuni anni, dunque, la storia della biologia tace quasi affatto circa la famosa questione della Biogenesi, tanto che le aspre e relativamente recenti contese pro e contro la generazione spontanea sembrano quasi, sullo scorcio del secolo XIX, ricordi vaghi e confusi di epoche remote; e, malgrado qualche tentativo isolato di risollevare la questione, orientandola altrimenti, il problema intorno alle prime manifestazioni della vita rimane, per un tempo, pressochè in disparte.

Troppo da vicino però la storia e il meccanismo intimo delle sue origini interessano l'uomo, perchè un tal periodo di sosta potesse durare a lungo; sicchè non vi è da stupirsi che filosofi e biologi tornassero ben presto a rimettere in campo il quesito, il quale, grazie ai nuovi orizzonti aperti dalle ricerche del Pasteur, sfatati i pregiudizii

antichi e recenti, risorse semplificato e come purificato, ridestando giovani e più feconde energie, e avviandosi in un indirizzo più razionale e meglio promettente.

Rinunziarono finalmente i naturalisti, dopo tanto spreco di infelici tentativi, a riprodurre *in vitro* forme viventi più o meno perfette, e concentrarono invece tutta la loro attenzione sullo studio delle affinità morfologiche e funzionali fra la natura inanimata e gli esseri viventi, prescegliendo naturalmente, come termine di paragone, quegli organismi morfologicamente e funzionalmente più semplici, meno differenziati e meno complessi, che i nuovi mezzi di indagine avevano man mano rivelato e analizzato.

Fino all' epoca che a giusto titolo va considerata come un vero *rinascimento* degli studii medici e biologici, e alla quale noi, salvo il definitivo giudizio della storia, ci lusinghiamo di appartenere tuttora, la natura, suddivisa e catalogata in tanti *Regni*, nettamente e profondamente differenti e separati l' uno dall' altro, aveva piuttosto parvenza di cosa morta, anzichè di un tutto armonico, vivente di vita propria ed in continua evoluzione, come oggi la si considera dai naturalisti. Nessuna vera analogia, nessun grado di passaggio ammettevano i sistematici del diciottesimo secolo, e persino di parte del diciannovesimo, non solo fra il così detto Regno minerale e gli altri, ma neppure fra gli animali e le piante.

La prima a sfasciarsi fu la barriera artificiosa ma salda, edificata a separazione delle forme viventi vegetali da quelle animali. La storia della medicina ci consente oggi di riconoscere che il primo passo iniziale [1] in tal senso, esso pure improntato all' orma vasta e geniale di un altro italiano, il MALPIGHI, si deve far risalire fino alla seconda metà del secolo XVII, alla descrizione cioè delle prime forme cellulari (1674). Tuttavia, malgrado la conferma data pochi anni dopo (1682) dal GREW alla scoperta del MALPIGHI, questa rimase trascurata, infeconda, per più di un secolo. Se si prescinde infatti dalle ricerche del WOLFF, verso la metà del XVIII secolo, è necessario venire giù giù fino alla prima metà del secolo XIX per veder ripresa la questione, dal TREVIRANUS prima (1806-1808), e quindi dal MOHL, dal MAYEN (1830), ecc. Il coronamento dell'opera era però riservato allo SCHLEIDEN (1838) con la scoperta dell' esistenza e dell' importanza del nucleo nelle cellule vegetali, la quale rese possibile allo SCHWANN (1839) di estendere e di generalizzare le analogie, già parzialmente messe in luce fra alcuni tessuti vegetali e animali dal MÜLLER, dall' HENLE, dal PURKINIJE (1835-1837) e da altri, e di trasportare trionfalmente la teoria cellulare dalle piante agli animali. Da allora in poi questi ultimi apparvero sotto il loro vero aspetto di organismi formati da un complesso di elementi cellulari, mor-

[1] Il nascere della teoria cellulare.

fologicamente e funzionalmente affatto analoghi a quelli che costituiscono i vegetali.

Quasi allo stesso tempo le memorabili ricerche del WÖHLER e del LIEBIG, oltre a far risaltare sempre meglio le strette affinità esistenti fra il mondo vegetale e quello animale, incominciavano a scuotere fortemente l'altra muraglia, essa pure tenuta per insormontabile, innalzata dai chimici fra i prodotti del ricambio materiale degli organismi viventi e gli altri corpi esistenti in natura. Esse infatti dimostrarono chiaramente che le sostanze organiche elaborate dagli esseri viventi, reputate fino allora resultato esclusivo di una misteriosa forza vitale, essendo costituite dai medesimi elementi che formano il mondo inorganico, possono, in condizioni sperimentali adatte, essere ad arte fabbricate nel laboratorio del chimico, partendo dai materiali più semplici che le compongono. Così, colla memorabile sintesi dell'urea, si iniziò la lunga e brillante serie di sintesi, a cui l'odierna chimica organica deve i suoi maggiori progressi.

Fin dall'inizio della teoria cellulare e delle indagini intorno ai fenomeni di nutrizione, di accrescimento e di riproduzione della cellula, l'idea di riavvicinare le forme viventi elementari, di recente scoperte, ad altre unità morfologiche, note da tempo immemorabile, i cristalli, si delinea già abbastanza chiaramente. Riesce interessante in proposito il constatare come lo stesso SCHWANN, quasi

intuendo concezioni più moderne, tendesse già a considerare la cellula come « eine organisches Krystall », il quale si formerebbe, per un processo analogo alla cristallizzazione, da un'acqua madre organica, il citoblasto.

Un concetto identico riappare assai più tardi, e lo ritroviamo espresso quasi con le medesime parole dall' Haeckel, al quale risale cronologicamente l' ultimo tentativo diretto per dimostrare sperimentalmente il passaggio dalla materia inanimata agli organismi viventi e per spianare l' abisso che separa questi dal mondo inorganico. Le forme intermedie, che per l'Haeckel rappresentano quel primo termine di transizione tanto affannosamente cercato e non ancora trovato, le sue monère, organismi privi di organi (Organismen ohne Organen), particelle omogenee di protoplasma amorfo, secondo lui si formerebbero direttamente, in condizioni opportune, in seno ad una soluzione albuminosa, nello stesso modo che un cristallo dalle acque madri; per cui le monere rappresenterebbero, di fronte all'albumina colloide, quel che i cristalli sono per le soluzioni di cristalloidi. Senonchè le vedute dell'Haeckel, dapprima in apparenza pienamente confermate dalla pretesa scoperta fatta negli abissi oceanici, durante la spedizione scientifica dello Challenger, di masse protoplasmatiche amorfe, corrispondenti alle monere dell'Haeckel e battezzate appunto dall'Huxley

col nome di B a t h y b i u s H a e c k e l i [1], si appalesarono ben tosto infondate, con l'ulteriore dimostrazione della inesistenza del B a t h y b i u s o di qualsiasi altra forma vivente analoga priva di nucleo (m o n è r e).

Senza dubbio le analogie fra cristallo e cellula, prima generatrice di ogni organismo vivente, da un punto di vista speculativo balzano fuori ad ogni tratto; però la moderna biologia sperimentale non può più oggimai appagarsi di ipotesi fondate sulla pura speculazione, nè accettare teorie che non siano confortate dall' osservazione diretta o dall'esperimento; per quanto questi possano, l'una e l' altro, a causa sopratutto dell' interpretazione soggettiva di cui sono passibili, condurre essi pure a risultati inesatti o addirittura artificiosi e falsi, quando non rimangano strettamente nell' ambito di ciò che può essere da ognuno constatato, senza che intervenga la mente dell'osservatore a colmarne artificialmente le lacune o a correggerne i dati obbiettivi.

Il crescente diffondersi dello studio della fisicochimica, inducendo i biologi ad applicare alla spiegazione della fisiologia e della morfologia del protoplasma vivente le leggi fondamentali che re-

[1] Ciò rievoca l' antico concetto dell' OKEN di una s p u m a o g o m m a p r i m o r d i a l e, (URSCHLEIM), formatasi nel mare e da cui provengono tutti gli esseri viventi, concetto al quale ora si tende dalla maggior parte dei biologi a ritornare.

golano i fenomeni fisico-chimici più semplici, ha aperto nuove vie all'indagine sperimentale diretta dell'eterno problema della vita.

Lo SCHROEN, in una serie di conferenze interessantissime, benchè accolte dai più con diffidente scetticismo, ha recentemente riferito, nei principali centri intellettuali, i risultati di osservazioni e di esperimenti da lui indefessamente proseguiti per più di un quarto di secolo. Egli, basandosi su numerose prove di fatto, sostiene la quasi assoluta identità dei fenomeni di formazione, di accrescimento, di nutrizione, di riproduzione, e persino di *moto*, delle cellule viventi con quelli corrispondenti da lui messi in evidenza nei cristalli inorganici, e fino ad ora considerati dai naturalisti essenzialmente diversi e spesso anche opposti.

Secondo lo SCHROEN non è esatto che il cristallo, a differenza della cellula, cresca soltanto per *juxtapositio*, non è vero che esso conservi sempre la medesima struttura e che sia in piccolo ciò che figura in grande, e neppure che esso sia *privo di automovimento*. *L'asse del cristallo* non sarebbe una concezione ideale astratta, ma cosa *reale, tangibile*. L'espressione « *vita dei cristalli* » non dovrebbe intendersi solo in senso fisico-dinamico, ma in tutto il pieno significato fisiologico che può avere la parola « *vita* », applicata ai vegetali e agli animali. Infine, sempre a detta dello SCHROEN, nessuna delle proprietà fondamentali distintive, che

naturalisti e mineralogisti si accordano ad assegnare come caratteristiche al cristallo, regge di fronte alla attenta osservazione delle figure, enormemente ingrandite, da lui ottenute combinando con la proiezione l'ingrandimento fotografico delle microfotografie dirette [1].

Certamente il sentir parlare lo SCHROEN di petroplasma (filiforme, reticolato), di petroblasti, di petrocellule, di varie sorta di automovimento dei giovani cristalli (oscillatorio, propulsorio, retropulsivo, rotatorio, serpiginoso, ecc.), di lotta per l'esistenza, e persino di una patologia dei cristalli, lì per lì non può non maravigliare e non predisporre alla diffidenza ogni mente bene equilibrata, ed usa ad adoperare le corrispondenti espressioni per caratterizzare forme e fenomeni della vita cellulare. Nè per dire il vero si possono accettare facilmente, senza beneficio di inventario, concetti sul genere di quello della tangibilità dell'asse dei cristalli, o di quell'altro secondo il quale « anche la forza è materia fotografabile ». Ma, seguendo lo SCHROEN nell'esposizione e nello svolgimento delle sue idee, e sopratutto assistendo alle innumerevoli proiezioni, veramente maravigliose, che illustrano le sue conferenze e che ci rivelano nei cristalli dettagli di struttura e modalità di sviluppo fin qui in-

[1] Lo SCHROEN afferma di avere ottenuto, con tal sistema, ingrandimenti di 400 mila e persino di 800 mila volte.

sospettate, non si può ulteriormente revocare in dubbio che in realtà molte analogie fra cristallo e cellula escono dall'ambito della pura speculazione per entrare nel campo dei fatti direttamente dimostrabili con l'osservazione.

Insomma, pur facendo le debite riserve in riguardo ai possibili errori di osservazione e specialmente alle esagerazioni, cui evidentemente lo SCHROEN si è lasciato trascinare nell'interpretazione soggettiva dei fatti osservati, come pure intorno a tutto ciò che vi è, o può esservi, di artificioso, di accidentale o di alterato nelle figure da lui presentate [1], non è possibile disconoscere la grande importanza dei dati raccolti con tanto abile e paziente genialità da un osservatore, che d'altronde nel campo della biologia non è certamente il primo venuto [2].

Sopratutto rimarchevoli poi, sotto molti aspetti, ma più particolarmente per la luce che proiettano

[1] Infatti, se si potesse escludere completamente il dubbio che gli artificii, piuttosto complicati, grazie ai quali lo SCHROEN ottiene quegli enormi ingrandimenti, siano capaci di modificare, alterandole, le figure originarie, il significato e la portata delle preparazioni da lui presentate sarebbero incalcolabili.

[2] Caratteristica essenziale dell'opera dello SCHROEN è di essersi messo in grado di seguire, grazie al suo metodo della goccia pendente chiusa, le trasformazioni e le evoluzioni di un medesimo preparato, per un periodo ininterrotto di diecine di anni. Ciò ha potuto permettergli di vedere eventualmente fatti che ad altri osservatori possono essere sfuggiti; e a me sembra che non si possano nè si debbano recisamente respingere le affermazioni dello SCHROEN, senza avere prima controllato i suoi esperimenti mettendosi in analoghe condizioni.

sulla questione dell' origine del mondo organico e organizzato dalla materia inorganica, sono i così detti cristalli dei batterii, i quali, comunque si vogliono interpretare, messi specialmente in rapporto colla fase precristallina dei sali e delle sostanze cristalloidi in generale, posta essa pure in evidenza dallo SCHROEN, costituiscono un indizio prezioso di una prima fase comune a tutte le forme tanto organizzate quanto minerali.

Almeno altrettanto significative e interessanti quanto quelle dello SCHROEN sono le recenti ricerche di un altro sperimentatore, il LEDUC, il quale, utilizzando sistematicamente per lo studio della vita le cognizioni e i dati della fisico-chimica, specialmente intorno alla diffusione e all' osmosi, è venuto per altra via ad analoghi risultati.

Il LEDUC non è il solo nè il primo che abbia tentato di applicare le leggi fisico-chimiche alla interpretazione delle manifestazioni vitali; però le sue osservazioni, per le conseguenze che ne derivano alla biologia, meritano qui particolare menzione.

Egli, modificando il concetto originario del GRAHAM secondo il quale la diffusione di un corpo disciolto in una soluzione colloidale avviene con altrettanta facilità e rapidità come nell'acqua pura, potè invece constatare, con lo studio del comportamento (reso visibile per mezzo di un reattivo colorato, p. es., con la fenolftaleina) delle goccie di una soluzione cristalloide, acida o alcalina, disseminate

su di uno strato (colloidale) di gelatina di varia concentrazione, che la rapidità della diffusione nei colloidi è molto diversa che nell'acqua, e che essa varia col variare del grado di concentrazione della gelatina. Ora, siccome tutti gli elementi viventi costituiscono appunto un ambiente colloidale di concentrazione variabile, la diversità di comportamento rilevata dal LEDUC ha, in riguardo alla biologia, conseguenze notevolissime.

Dai dati delle antecedenti ricerche e dalla riproduzione in maniera perfezionata della cellula artificiale del TRAUBE-PFEFFER, il LEDUC seppe ricavare un partito che nessuno prima di lui era stato capace di trarne, e, studiando in opportune condizioni la diffusione, tanto libera che attraverso a membrane (osmosi), in ambienti colloidi, riuscì a riprodurre artificialmente tutti gli aspetti e i fenomeni della vita cellulare, da quelli cariocinetici proprii della riproduzione e dello sviluppo, a quelli della assimilazione e della nutrizione.

Rendendo percettibili con adatte colorazioni [1]

[1] Il primo, a mia conoscenza, che abbia studiato con intenti biologici, servendosi di adatte colorazioni, il comportamento, in condizioni varie, della diffusione fra due liquidi diversamente diffusibili, fu il LIEBREICH, il quale più di 20 anni or sono aveva osservato in proposito fatti assai interessanti, senza potere tuttavia rendersene esatto conto, e lasciandosene in massima parte sfuggire, nell'interpretarli, l'importanza.

Oggi, dato l'indirizzo e lo sviluppo di tal genere di studii, riesce piena di interesse la lettura della geniale memoria con cui il LIEBREICH rende conto delle sue osservazioni: « Die todte Raüme (Gli spazii morti) ».

le correnti liquide, è facile persuadersi come, in complesso, la causa fondamentale di ogni manifestazione vitale stia nelle differenze della pressione osmotica e della diffusione nell' interno del corpo cellulare, o fra questo e il liquido ambiente; a tali differenze sono da attribuire anche i fenomeni di tropismo e di tactismo, pei quali perciò il LEDUC adopera i termini di osmotropismo e di osmotactismo.

La differenza di pressione osmotica fra i varii liquidi circolanti, o racchiusi in canali o in cellule a pareti permeabili, condizione fondamentale della vita, viene mantenuta: nel vegetale, da un lato per mezzo dell' acqua assorbita con le radici dal suolo, la quale tende a diluire i succhi della pianta, e dall'altro grazie al calore, che, provocando l'evaporazione dalle foglie, tende a concentrarli; nell'animale, con l' introduzione di bevande e di alimenti da una parte, e con l' evaporazione cutanea e pulmonare dall' altra. Senza l' intervento di tale fattore non può mantenersi nè estrinsecarsi alcuna manifestazione vitale, dal germoglio del seme, che, secco, rimane immodificato e inerte, fino ai più complessi fenomeni della nutrizione e dell' intero ricambio materiale.

A fatti analoghi va riferita, in ultima analisi, la stessa facoltà, generalmente considerata come caratteristica degli organismi viventi, di organizzarsi, differenziandosi in parti o organi morfologi-

camente e funzionalmente diversi fra loro; essa può quindi essere riprodotta artificialmente: Disseminando, vicine l' una all' altra, su gelatina dal 5 al 10%, alcune goccie di soluzione di ferrocianuro potassico, si assiste, in un tempo variabile, alla organizzazione di un vero tessuto cellulare, affatto simile a quelli viventi, e come questi costituito da cellule poliedriche provviste di membrana involgente, di citoplasma, di nucleo, le quali, variando opportunamente le condizioni di esperienza, possono anche presentare l' aspetto di cellule allungate in fibre, o con prolungamenti ciliari, con ramificazioni dendritiche, ecc.

Se al ferrocianuro si sostituisce il solfato di rame, si può benissimo osservare, nella cellula artificiale formatasi, una doppia corrente endo ed exoosmotica, dalla periferia verso il centro, in tutto equivalente a quella che si manifesta per la nutrizione negli elementi viventi, con assunzione dall'esterno di materiale, decomposizione delle molecole di questo, incorporazione nella sostanza della cellula di alcuni elementi, e rigetto del rimanente. Difatti, avvenuta la diffusione, nel centro della cellula artificiale appare una macula giallo-arancione di ossidulo di rame, circondata da aureole sempre più chiare e trasparenti man mano che si procede verso la periferia; queste sono costituite da gelatina modificata dall' acido solforico, formatosi per la reazione dell' iono (So_4) con l'acqua,

e perciò contengono imprigionate delle bollicine di ossigeno, proveniente dalla decomposizione di quest' ultima. Tutto ciò mostra chiaramente l' avvenuta dislocazione della molecola del solfato di rame, con fissazione di Cu nell' interno del corpo cellulare ed eliminazione del radicale So_4.

Anche le figure cariocinetiche si possono sperimentalmente ottenere con artificii consimili: Collocando in una soluzione, ai due lati di una goccia pigmentata con inchiostro di china, due altre gocce pure colorate, rispettivamente ipo e iper-toniche in rapporto a quella centrale, che raffigura un nucleo, il Leduc ha potuto seguire tutta la morfologia della divisione dei nuclei, nell' identico ordine cronologico come nella cellula viva: centrosomi, aster, fusi, spireme, placche equatoriali, segmentazione del nucleo in due metà, di cui ciascuna si sposta verso i centrosomi, ed infine formazione di due nuove forme cellulari, delle quali ciascun centrosoma artificiale rappresenta il nucleo.

Condizione indispensabile alla conservazione della cellula essendo la simetria osmotica nell'interno di questa, l'apparizione quivi di varii poli di diffusione ne provoca necessariamente la divisione. Nella fecondazione naturale, la penetrazione dello spermatozoo nell'ovulo, turbando in quest' ultimo la distribuzione simetrica della pressione osmotica, l' equilibrio osmotico, ne causa la segmentazione; i centrosomi portativi dallo spermatozoo

hanno la stessa funzione delle gocce artificialmente poste ai due lati del nucleo artificiale nella cariocinesi sperimentale.

Altro carattere che identifica il comportamento delle cellule artificiali con gli elementi viventi è che esse pure, a differenza dei cristalli, non crescono per juxtapositio ma per intussusceptio come le cellule vive [1]. La cellula di TRAUBE, preparata facendo cadere una soluzione di saccarosio, contenente traccie di ferrocianuro potassico, in una soluzione diluita di solfato di rame, non solo cresce rigonfiandosi dall'interno verso l'esterno, ma emette prolungamenti ramificati che essi pure si accrescono man mano per intussusceptio; a volte poi dalla cellula artificiale si staccano piccole sfere che, crescendo anche esse per intussusceptio, riproducono la forma della cellula madre.

Le cellule liquide, ottenute disseminando, sull'acqua pura, goccie di acqua salata, colorate con inchiostro di china, dopo un certo tempo si segmentano, in modo corrispondente alla segmentazione del vitello nell'uovo in incubazione, per una lentissima diffusione provocata dalla coesione, dando luogo alle più diverse configurazioni: lamellare, vacuolare, ecc., in tutto analoghe a quelle dei tessuti viventi.

[1] Come ho già ricordato, secondo lo SCHROEN, questo non sarebbe più un carattere distintivo fra cellule e cristalli, potendo anche questi ultimi crescere per intussusceptio.

Il Leduc opina che, ritrovandosi nel fondo delle acque, specialmente marine, tutte le condizioni necessarie alla segmentazione, si può pensare che quivi si sia originata la vita con forme simili alle precedenti. Il quesito sta, per il Leduc, nello stabilire anzitutto l' origine fisico-chimica del protoplasma giacente sul fondo degli oceani, per determinare poi quali siano, o siano state, le forme intermedie di passaggio fra la materia inanimata e gli esseri viventi, quelle che egli chiama bioidi (organoidi del Benedikt, monere dell' Haeckel). A queste, che fra i viventi e la materia non vivente devono avere il posto e il significato che i zoofiti hanno fra gli animali e le piante, corrisponderebbero perfettamente, secondo il Leduc, le sue cellule artificiali, le quali, con il loro accrescimento per intussusceptio e con tutte le altre loro funzioni bioidi, rappresentano appunto uno stadio intermedio fra il cristallo e la cellula viva.

Il Leduc conclude che la vita, che la moderna biologia non è ancora pervenuta a concepire nè a definire, considerata nelle sue manifestazioni più semplici, null'altro sarebbe se non la risultante di un complesso armonico di movimenti liquidi differenti fra di loro. Il passaggio dai movimenti liquidi ai liquidi non viventi è graduale, insensibile. É facile riconoscere e differenziare le forme viventi dalla materia inanimata nei loro tipi

estremi: il limite ultimo invece, ove la vita cominci o finisca, non può essere determinato con caratteri assoluti, definitivi. Le precitate ricerche dello SCHROEN conducono, come s'è visto, per altra via, a concezioni analoghe.

Il compito della biologia, dopo avere indagato e determinato le forze fisico-chimiche capaci di produrre un fenomeno fisiologico o una forma organica, sta nel dirigerle opportunamente in modo da riprodurre le condizioni in cui ciò possa accadere.

I progressi conseguiti dallo studio dei fenomeni elettrici ed elettromagnetici, svolgentisi in seno alle soluzioni dei cristalloidi, degli elettroliti e dei colloidi, hanno anche essi dato, grazie sopratutto al GRAHAM, all'ARRHENIUS, all'OSTWALD, al VANT' OFF, da un lato, e dall'altro all'ALTMANN, al DUBOIS, al PAULI, al DÉLAGE, al GALLARD e a molti e molti altri ancora, resultati di incalcolabile importanza per l'interpretazione delle manifestazioni vitali. Le conoscenze acquisite intorno alle leggi che regolano i fenomeni della diffusione e dell'osmosi, dal giorno in cui questi per la prima volta attrassero l'attenzione dell'Abate NOLLET (1784) e dei suoi allievi alle successive ricerche del TRAUBE, del PFEFFER, del QUINCKE, dell'HERRERA, del PIERON, ecc., hanno permesso, grazie sopratutto alla felice applicazione fattane dal DE VRIES e dall'HAMBURGER alla fisiologia cellulare, di concepire sotto un nuovo giorno l'essenza intima della vita, considerata non più nelle sue più ele-

vate e complesse manifestazioni negli organismi superiori, ma bensì in quelle semplici, fondamentali, delle forme viventi più basse, elementari.

Con l'applicare, all'interpretazione dei fenomeni della divisione cellulare e della fecondazione, criterii essenzialmente fisico-chimici, tenendo sopratutto presenti le manifestazioni di natura elettrica che si svolgono in seno ai liquidi organici, siamo finalmente arrivati a renderci un conto sufficientemente esatto e soddisfacente di fenomeni biologici, la cui essenza e il cui meccanismo intimi erano fin qui considerati alla stregua dei più impenetrabili segreti della natura.

Incominciamo infatti oggi, in base alle prove sperimentali più dimostrative, a intravedere come la divisione cellulare (fondamento di ogni forma di sviluppo), riposi in ultima analisi su perturbamenti dell'equilibrio osmotico e sulle cariche elettriche di segno contrario del centrosoma e della massa cromatica.

Le recenti esperienze sulla partenogenesi sperimentale, con cui grazie a speciali artificii si è potuto ottenere la fecondazione artificiale dell'uovo, indipendentemente dalla presenza di spermatozoi, nulla hanno naturalmente di comune, nè per l'intenzione nè per lo scopo finale, con quelle altre, oramai definitivamente abbandonate e cadute nell'oblio, che si prefiggevano la riproduzione artificiale di esseri viventi.

La fecondazione artificiale, benchè possibile soltanto in un numero ristretto di specie animali, e per quanto limitata nella massima parte dei casi alle prime fasi dello sviluppo, ha però oramai indiscutibilmente provato, che, in circostanze favorevoli, qualsiasi agente capace di portare un perturbamento sufficiente nell'equilibrio intimo (osmotico-elettrico) della cellula ovo, dal semplice scuotimento, cioè, fino all'intervento diretto dei più attivi fra i corpi elettrolitici, può provocarne la divisione partenogenetica.

L'ovulo maturo, ci dice il DÉLAGE, privo di ovocentro, e non possedendo che una sola polarità, è perciò incapace, senza l'intervento di un agente fecondatore, naturale (spermatozo o artificiale (sostanze dissociate elettroliticamente), di dividersi. Còmpito della fecondazione è di procurare all'ovulo: 1° una massa cromatica, che, pur senza essere indispensabile alla sua ulteriore evoluzione, gli è però utile, comunicando al futuro prodotto i vantaggi (caratteri) di una doppia ascendenza atavica; 2° un centrosoma, che, provvisto di una carica elettrica di segno contrario (ovvero capace di riceverla dal citoplasma ambiente), serve ad impartire all'ovulo in fecondazione quella doppia polarità, grazie alla quale esso effettuerà la serie di divisioni successive, costituenti la segmentazione.

Gli agenti artificiali della partenogenesi hanno

appunto la proprietà di comunicare all'ovulo questa seconda polarità che gli fa difetto. Infatti le soluzioni di elettroliti, che costituiscono essenzialmente tali agenti fecondatori artificiali, servono ad impartire la carica elettrica necessaria, sia al citoplasma, se questo come spesso avviene si trovi in stato di neutralità elettrica instabile, sia a qualchè elemento del citoplasma stesso, atto per la sua costituzione fisico-chimica a riceverla e a funzionare da centrosoma.

Certamente non sempre nè tutti i fatti osservati e i resultati ottenuti sono direttamente applicabili senz'altro e utilizzabili alla spiegazione dei fenomeni biologici; donde l'ineluttabile necessità di ricorrere non di rado all'apprezzamento subbiettivo, all'interpretazione personale dell'osservatore, la quale, pur senza trascendere forzatamente alla pura speculazione, rappresenta però sempre un elemento perturbatore, extrasperimentale, che è causa assai frequente di errori nel campo delle scienze biologiche.

Comunque, se il problema sulle origini e sull'essenza intima delle manifestazioni della vita non ha tuttavia trovato, nei semplici dati delle forze fisico-chimiche esercitantesi nella materia in generale e nel protoplasma in particolare, piena ed intera soluzione, quando si considerino i progressi fatti e il cammino percorso dall'epoca, relativamente recente, in cui l'intero mondo scientifico ac-

cettava come assioma fondamentale, indiscutibile, l'autogenerazione delle api dalla carne di toro, delle anguillulae e dei vermi dalla farina, e in cui si parlava seriamente del potere fecondante della rugiada, ovvero dell'azoto e dell'idrogeno, nella generazione di esseri viventi, si ha tutta ragione di ritenere che la meta non debba più essere molto lontana.

Senza dubbio, il geniale biologo americano, il Loeb, esagera quando, nel considerare l'organismo vivente come una macchina essenzialmente costituita da materiale colloide, afferma che nulla esclude la possibità di produrre un giorno artificialmente la materia vivente, e quando enuncia la convinzione che nella dinamica di quest'ultima non si trovino altre variabili oltre quelle che si incontrano nel mondo inanimato. Infatti non bisogna dimenticare un fatto, che non può essere negato da alcuno, che cioè il colloide principale costituente degli esseri viventi, l'albumina, si trova in questi ultimi in condizioni particolari di attività, di labilità, quasi in uno stato di equilibrio instabile, che esso perde non appena cessi la vita. Naturalmente da ciò, ad ammettere, seguendo il criterio degli antichi e dei neo-vitalisti, l'intervento di una speciale forza vitale, ci corre; ma è pur mestieri riconoscere che lo stato sui generis in cui l'albumina si trova nei viventi, e che costituisce appunto la

caratteristica essenziale della vita, non ci è dato, coi mezzi disponibili, di riprodurlo in vitro. Troppo poco ancora ci è noto sulla intima costituzione di questo misterioso componente dei nostri tessuti, anche nella forma evidentemente denaturata in cui esso perviene in mano del chimico, perchè ci si possa fare un' idea, sia pure approssimativa, sulle cause della straordinaria attività che esso presenta in vivo. É però lecito supporre che, probabilmente, le differenze di comportamento fra l'albumina viva e l'albumina morta, benchè ancor più notevoli di quelle che corrono fra l' albumina fluida e l' albumina coagulata, ripetano un' identica origine nell' influenza dell' ossigeno. L' intera vita, nel suo meccanismo intimo, può essere considerata come una continua affannosa corsa, da parte degli elementi costituenti dell' organismo, verso una meta ultima, non mai pienamente raggiunta (nel che sta appunto la condizione fondamentale dell' estrinsecazione dei processi vitali), cioè verso uno stato stabile, definitivo, di ossidazione completa. Nelle prime fasi, di incompleta ossidazione, gli elementi viventi sono attivissimi appunto perchè atti e tendenti ad assumere ulteriormente ossigeno; nelle fasi successive, di maggiore ossidazione (incompatibile con l'attività necessaria all'estrinsecazione dei processi vitali), essi divengono sempre meno attivi, fino a che, raggiunto lo stato di massima ossidazione compatibile colle affinità chimiche della mo-

lecola albuminosa, questa, saturandosi, diventa stabile, inerte; e cessa quindi ogni manifestazione vitale.

Ora, il progressivo diminuire dell' attività chimica dei prodotti di ossidazione più avanzati dell'albumina ci indica, già *in vitro*, come questa, sotto forma dei suoi varii derivati, proprii dei singoli elementi o dei singoli tessuti viventi, debba probabilmente trovarsi *in vivo*, a causa dell' incompleta ossidazione, in un peculiare stato instabile di perpetua trasformazione, di cui le attuali cognizioni e i criterii chimici presenti non riescono a darci un'idea esatta [1], e pel quale essa va continuamente e rapidissimamente saturando e dissaturando, a vicenda, le sue numerose affinità, a spese delle molecole congeneri vicine.

L'albumina, quale perviene nelle mani del chimico, cioè sotto forma di composto stabile, relativamente definibile, ha necessariamente saturato tutte quelle affinità, ed ha perciò perduto la straordinaria, e per noi inconcepibile, attività, propria dell' *albumina viva*, quella appunto che caratterizza ed intrattiene la vita.

Come abbiamo veduto, l'intenso movimento scientifico manifestatosi specialmente nel secolo XIX, e che tuttavia perdura e si ripercuote sull' intera biologia, ha senza dubbio maturato i tempi e le

[1] La fisico-chimica del *radio* forse ci permetterà un giorno di concepire più chiaramente tal sorta di comportamento.

coscienze, abituandoci ad una più vasta concezione dei fenomeni della vita e della natura in generale. Sicchè, anche se la fase presente altro non fosse se non un semplice periodo di transizione e di preparazione, noi, considerando i resultati già dati dalle attuali concezioni biologiche, abbiamo il diritto di ritenere che, persistendo nell'attuale indirizzo, si proceda sul cammino della verità.

Alla storia futura il compito di giudicare se i presenti criterii siano destinati a ricondurci all'errore e al paradosso, o se essi rappresentino realmente l'inizio di nuove e più ardite conquiste della coscienza e del pensiero umani.

Pavia, Novembre 1907.